



Figura 0 - Vallone di Pre de Bar - ph Marco Bonelli

Citizen Science, monitoraggio delle acque di fusione e dimensione emotiva del cambiamento climatico sul ghiacciaio del Pré de Bar (Val Ferret, Valle d'Aosta)

di Laura Grassi⁽¹⁾, Sofia Farina⁽¹⁾

1. Source International ETS in collaborazione con Club Alpino Italiano – Sezione della Valle d'Aosta

Riassunto

I ghiacciai alpini stanno subendo una rapida e diffusa regressione a causa dell'aumento delle temperature globali, con impatti significativi sugli ecosistemi montani, sulla disponibilità idrica e sul paesaggio. In questo contesto si inserisce il progetto "Testimonianze dal ghiacciaio per l'azione climatica", un'iniziativa di *citizen science* realizzata da Source International in collaborazione con il Club Alpino Italiano – Valle d'Aosta, nell'ambito del progetto europeo IMPETUS.

Il progetto si è svolto tra giugno e settembre 2025 sul ghiacciaio del Pré de Bar, in Val Ferret (massiccio del Monte Bianco) e ha coinvolto 88 partecipanti tra residenti e visitatori. L'obiettivo è stato duplice: da un lato, condurre un monitoraggio partecipativo delle acque di fusione del ghiacciaio attraverso la raccolta di parametri chimico-fisici (temperatura, pH, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto, solidi totali disciolti e torbidità); dall'altro, indagare la dimensione emotiva e percettiva associata all'osservazione diretta di un ghiacciaio in rapido ritiro.

I risultati mostrano una fusione glaciale precoce e intensa all'inizio della stagione estiva 2025, coerente con un'ondata di calore eccezionale registrata a fine giugno, seguita da una fase di relativa stabilizzazione idrologica nei mesi successivi. Parallelamente, l'analisi dei dati emotivi evidenzia un forte coinvolgimento psicologico dei partecipanti: oltre l'85% dichiara di sentirsi direttamente coinvolto nei cambiamenti osservati e più del 75% afferma di sentirsi motivato ad agire per contrastare o mitigare gli effetti del cambiamento climatico.

Il progetto conferma il potenziale della *citizen science* come strumento capace di integrare produzione di dati scientifici, consapevolezza ambientale e partecipazione attiva, rafforzando il legame tra frequentatori della montagna e territori glaciali in trasformazione.

Abstract: Pré de Bar Glacier - Citizen Science, Meltwater Monitoring, and the Emotional Dimension of Climate Change

The Alpine glaciers are undergoing rapid and widespread retreat due to rising global temperatures, with significant impacts on mountain ecosystems, water availability, and landscapes. Within this context, the project "Glacier Voices for Climate Action" was developed as a citizen science initiative by Source International in collaboration with the Italian Alpine Club – Aosta Valley, within the framework of the European project IMPETUS.

The project was carried out between June and September 2025 on the Pré de Bar glacier, located in Val Ferret (Mont Blanc massif), and involved 88 participants, including local residents and visitors. The project pursued a dual objective: on the one hand, to conduct participatory monitoring of glacier meltwater by collecting key physicochemical parameters (temperature, pH, electrical conductivity, dissolved oxygen, total dissolved solids, and turbidity); on the other hand, to investigate the emotional and perceptual dimension associated with the direct observation of a rapidly retreating glacier.

Results indicate an early and intense phase of glacier melting at the beginning of the 2025 summer season, consistent with an exceptional heatwave recorded in late June, followed by a phase of relative hydrological stabilization during the subsequent months. In parallel, the analysis of emotional data reveals a strong psychological involvement of participants: over 85% reported feeling personally affected by the observed environmental changes, and more than 75% expressed a willingness to take action to mitigate or address climate change impacts.

The project highlights the potential of citizen science as a tool capable of integrating scientific data collection, environmental awareness, and active participation, strengthening the relationship between mountain users and rapidly changing glacial environments.

Introduzione

I ghiacciai rappresentano una delle componenti più sensibili del sistema climatico terrestre e costituiscono indicatori chiave del riscaldamento globale in atto.

Su scala globale, essi immagazzinano circa il 70% dell'acqua dolce del pianeta e svolgono un ruolo fondamentale nella regolazione dei cicli idrologici, climatici ed ecologici. In ambiente alpino, i ghiacciai contribuiscono alla stabilità geomorfologica, alla disponibilità idrica estiva e alla costruzione dell'identità culturale e

paesaggistica delle comunità montane. Negli ultimi decenni, l'arretramento dei ghiacciai alpini ha subito una forte accelerazione.

In Italia, le perdite di superficie glaciale negli ultimi vent'anni sono stimate tra il 30% e il 60%, con una particolare vulnerabilità dei ghiacciai di piccole e medie dimensioni. In Valle d'Aosta, regione che ospita il maggior numero di ghiacciai italiani, il fenomeno è particolarmente evidente.

In questo contesto si colloca il progetto Testimonianze dal ghiacciaio per l'azione climatica, che nasce con l'intento di coniugare il monitoraggio scientifico del cambiamento ambientale con il coinvolgimento diretto dei frequentatori della montagna, valorizzando la *Citizen Science* come strumento di osservazione, consapevolezza e azione.

Metodi utilizzati e procedure eseguite

Il progetto si è articolato in quattro uscite di campo, svolte tra giugno e settembre 2025, sotto forma di trekking scientifici aperti al pubblico. Sono stati individuati due punti di campionamento lungo la Dora di Ferret, rispettivamente a circa 1 km e 1,5 km dal fronte del ghiacciaio del Pré de Bar (Figura 1).

In ciascun punto sono state effettuate misure puntuali dei seguenti parametri:

- temperatura dell'acqua
- pH
- conducibilità elettrica
- ossigeno disciolto
- solidi totali disciolti (TDS)
- torbidità

Le misurazioni sono state realizzate mediante una sonda multiparametrica portatile e un tubo di torbidità, seguendo protocolli standardizzati adattati a un contesto di citizen science.

I dati sono stati successivamente digitalizzati, analizzati

e interpretati. Parallelamente al monitoraggio ambientale, è stata condotta un'indagine esplorativa sulla dimensione psicologica dell'esperienza, attraverso la somministrazione di un questionario anonimo a tutti gli 88 partecipanti alle quattro uscite di campo.

Il questionario era composto da domande chiuse a risposta singola e multipla, finalizzate a rilevare: precedente familiarità con il ghiacciaio, emozioni prevalenti suscitate dall'osservazione diretta; grado di coinvolgimento personale percepito rispetto al cambiamento climatico, motivazione all'azione dopo l'esperienza, presenza di disagio o malessere legati alla crisi climatica e intenzioni comportamentali (mobilità, dieta, cittadinanza attiva); e domande aperte qualitative, volte a raccogliere ricordi e percezioni del ghiacciaio nel tempo, un messaggio alle generazioni future, riflessioni sull'esperienza collettiva, e una parola sintetica per descrivere l'esperienza vissuta.

Le risposte chiuse sono state analizzate tramite distribuzioni percentuali; le risposte aperte sono state sottoposte a una codifica tematica qualitativa, individuando nuclei semantici ricorrenti (perdita, responsabilità, speranza, impotenza, meraviglia, colpa, azione collettiva).

La domanda finale ("Una parola per descrivere la tua esperienza oggi davanti al ghiacciaio") è stata elaborata graficamente in forma di *word cloud* (Figura 6), in cui la dimensione delle parole riflette la frequenza di ricorrenza.

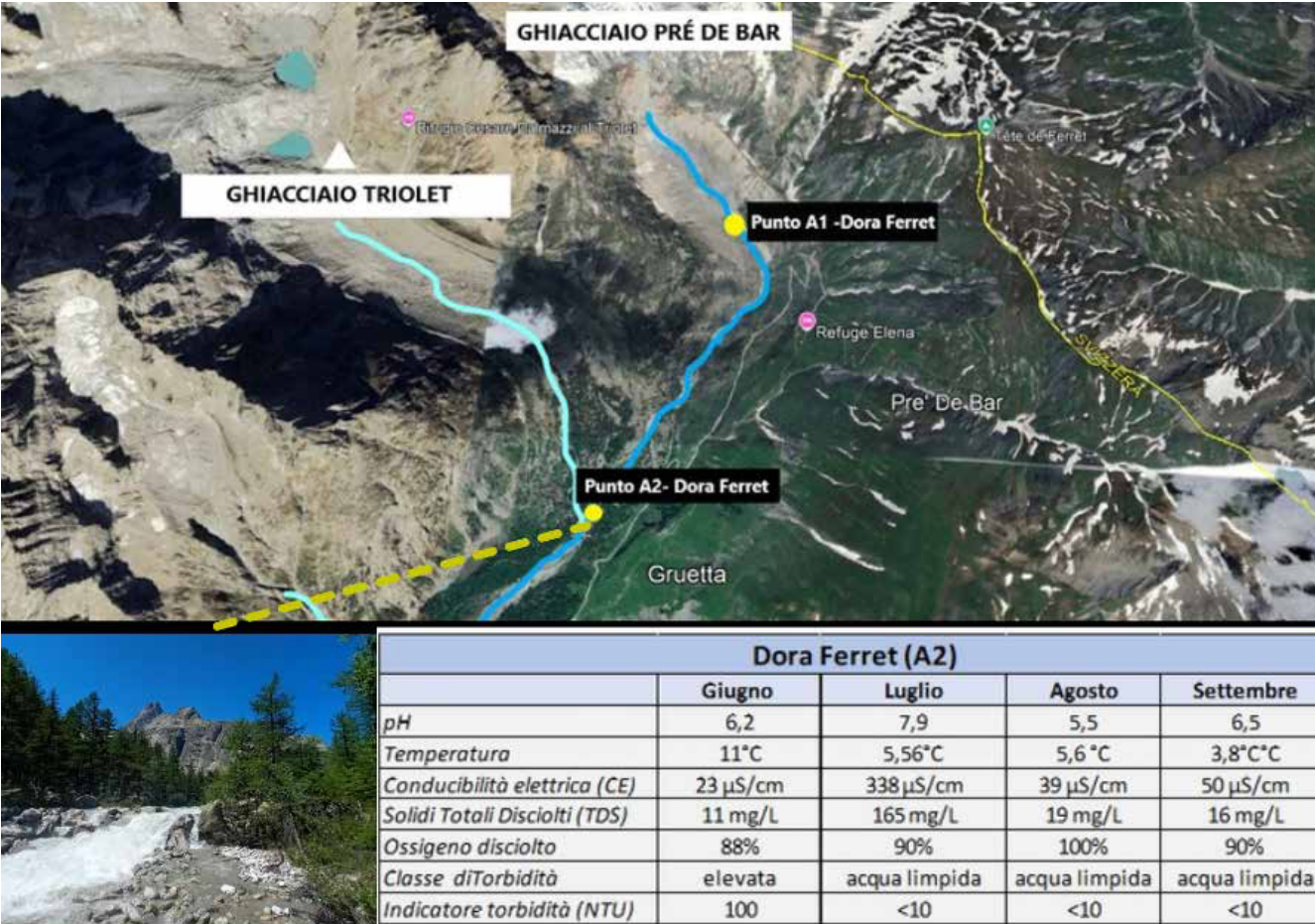


Figura 1 - Localizzazione dei punti di campionamento A1 e A2 e dati raccolti nel punto A2 nel corso delle 4 uscite

Risultati e analisi dei dati

Osservazioni geomorfologiche e dinamica del paesaggio

Le osservazioni geomorfologiche condotte nella conca del ghiacciaio del Pré de Bar confermano un paesaggio fortemente modellato dall'azione glaciale passata e oggi in rapida trasformazione. La presenza di morene laterali ben conservate, superfici rocciose levigate e striature glaciali testimonia l'estensione storica del ghiacciaio, mentre l'attuale arretramento del fronte, stimato in circa un chilometro rispetto alla fine del XIX secolo, indica una perdita significativa di massa glaciale.

La progressiva ricolonizzazione biologica delle aree liberate dal ghiaccio rappresenta un ulteriore indicatore della rapidità del ritiro: muschi e licheni colonizzano le superfici rocciose più recenti, seguiti da specie erbacee e giovani arbusti, configurando una vegetazione pioniera tipica dei paesaggi post-glaciali. Questo processo, sebbene naturale, avviene oggi su scale temporali accelerate rispetto ai ritmi storici, riflettendo l'intensità del cambiamento climatico in atto.

Analisi chimico-fisiche delle acque di fusione

I dati raccolti nei due punti di campionamento lungo la Dora di Ferret (A1 e A2 nella Figura 1) mostrano una dinamica stagionale complessa, in parte coerente con i processi tipici dei torrenti glaciali, ma caratterizzata da alcune anomalie significative.

Nel monitoraggio di fine giugno 2025, i valori di temperatura dell'acqua risultano insolitamente elevati per la quota e il periodo (circa 7-8 °C in prossimità del fronte glaciale), in concomitanza con un'ondata di calore eccezionale che ha portato lo zero termico oltre i 5000 m. A questi valori si associano livelli di torbidità medio-alti, indicativi di una fusione precoce e intensa del ghiacciaio e di un forte apporto di sedimenti fini, comunemente definiti "farina glaciale". Questa combinazione suggerisce un'anticipazione delle fasi di massima fusione rispetto alla stagionalità classica, che solitamente vede i picchi di torbidità nella seconda metà dell'estate.

L'elevata torbidità osservata all'inizio della stagione implica una maggiore mobilitazione di particelle sospese,

con potenziali effetti sull'ecosistema acquatico, tra cui riduzione della penetrazione della luce e possibili variazioni dell'ossigenazione locale. Nel mese di luglio, l'aumento marcato della conducibilità elettrica e dei solidi totali disciolti, soprattutto nel punto A2, è interpretabile come effetto combinato di precipitazioni intense e dilavamento dei suoli e dei depositi morenici. Questo fenomeno evidenzia il ruolo delle piogge estive nel modificare temporaneamente la composizione chimica delle acque glaciali, incrementando la concentrazione di ioni e sali minerali.

Nei mesi di agosto e settembre, i parametri misurati indicano una progressiva stabilizzazione del sistema: le acque risultano più fredde, limpide, ben ossigenate e caratterizzate da bassa mineralizzazione. Questa fase suggerisce un ritorno a una fusione più regolare e moderata, probabilmente favorita da un andamento termico più vicino alle medie stagionali e da una riduzione della disponibilità di sedimenti facilmente mobilizzabili.

Interpretazione complessiva delle dinamiche idrologiche

Nel loro insieme, i dati evidenziano una dinamica definibile come "inversa" rispetto al modello stagionale tradizionale dei torrenti glaciali. L'intensa fusione precoce osservata a inizio estate, seguita da una fase di relativa stabilità, suggerisce che eventi estremi di temperatura possano anticipare e concentrare i processi di ablazione glaciale, con effetti immediati sulla qualità delle acque.

È importante sottolineare che i dati raccolti sono di tipo puntuale e fortemente dipendenti dalle condizioni meteorologiche del giorno di campionamento. Tuttavia, la coerenza delle osservazioni tra i diversi parametri e la loro concordanza con i dati climatici regionali rafforzano l'interpretazione di una risposta diretta del sistema glaciale a condizioni di riscaldamento anomalo. Questi risultati indicano la necessità di affiancare al monitoraggio puntuale campagne di misurazione più frequenti o continue, al fine di cogliere con maggiore precisione la variabilità intra-stagionale e gli effetti cumulativi degli eventi estremi.



Figura 2 - Alto bacino del ghiacciaio del Pré de Bar diviso in due rami per effetto della fusione - ph M. Bonelli



Figura 3 - Alcuni partecipanti in azione per i monitoraggi sulle acque di fusione - ph L. Grassi



Figura 4 - Gruppo di osservazione ai piedi del vallone durante le rilevazioni di Citizen Science - ph L. Grassi

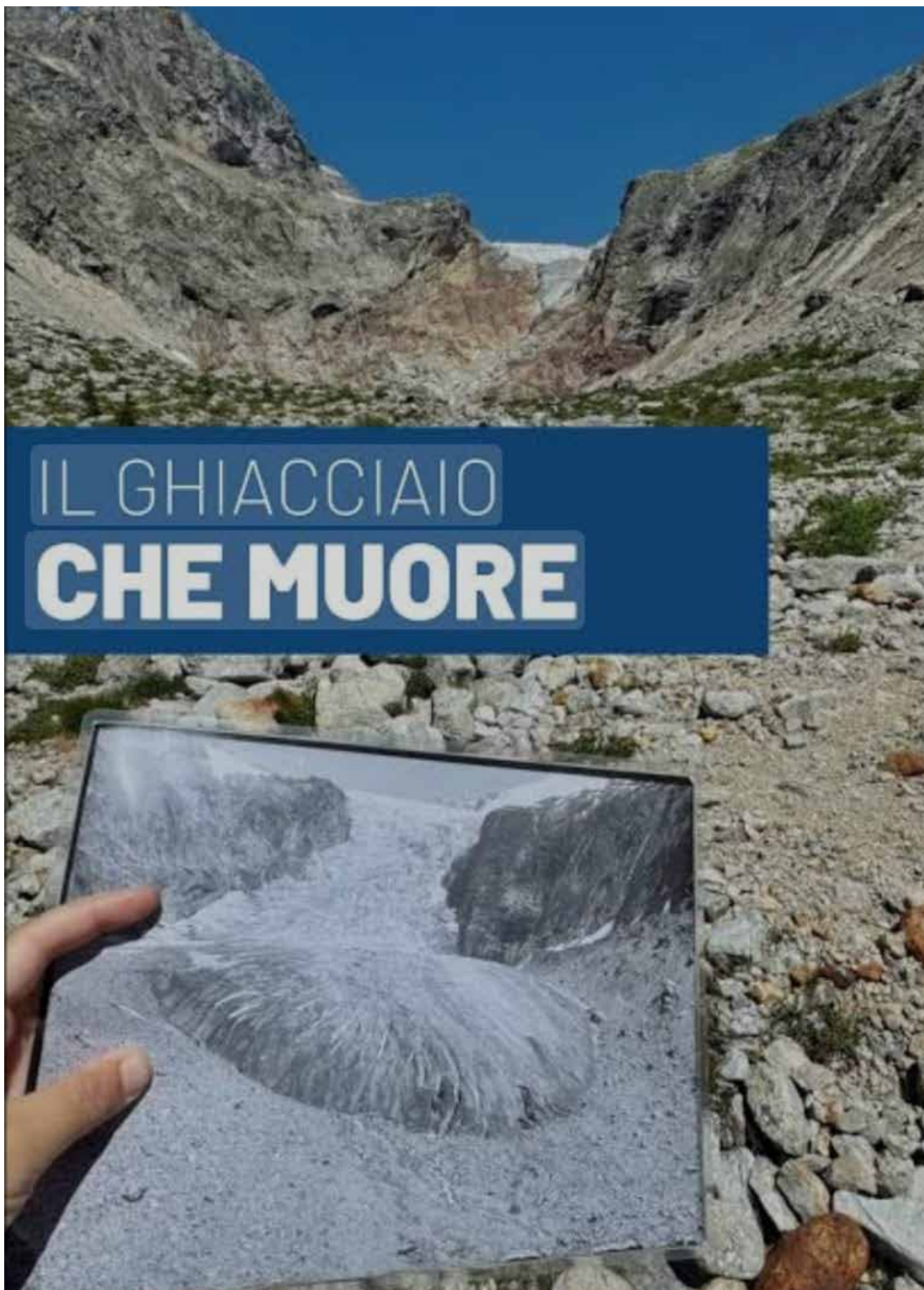


Figura 5 - Una foto impietosa che mostra l'attuale stato del ghiacciaio Pré de Bar con una foto storica di inizio del secolo scorso - ph CAI Valle d'Aosta

Una parola per descrivere la tua esperienza oggi davanti al ghiacciaio



Figura 6 - Word cloud delle risposte alla domanda "Una parola per descrivere la tua esperienza oggi davanti al ghiacciaio"

Analisi dei dati emotivi e integrazione con i risultati ambientali

L'analisi dei questionari evidenzia una risposta emotiva intensa e articolata, strettamente connessa all'osservazione diretta del ghiacciaio in ritiro.

Coinvolgimento e percezione della perdita

Oltre l'85% dei partecipanti dichiara di sentirsi molto o abbastanza coinvolto nei cambiamenti ambientali osservati. Questo dato indica un'elevata interiorizzazione del fenomeno climatico. Il ritiro del ghiacciaio viene percepito non solo come trasformazione fisica del paesaggio, ma come perdita simbolica e identitaria. Le risposte aperte richiamano frequentemente:

- "maestrosità perduta"
- "ferita nel paesaggio"
- "desertificazione"
- "fragilità"

La memoria del ghiacciaio "com'era", ovvero più grande, più bianco, più presente, accentua la dimensione del lutto ambientale.

Ecoansia: disagio, impotenza, responsabilità

L'81% dei partecipanti afferma di provare un forte disagio nell'osservare gli effetti della crisi climatica; solo il 2% dichiara di riuscire a mantenere un atteggiamento distaccato.

Le emozioni più frequentemente selezionate tra le opzioni multiple sono: tristezza, inquietudine, rabbia e nostalgia. La word cloud rafforza questa lettura: tra le parole più ricorrenti compaiono "tristezza", "impotenza", "cambiamento", "consapevolezza", "inquietudine", accanto a termini come "privilegio" e "arricchimento".

La coesistenza di emozioni negative (impotenza, delusione, devastazione) e positive (stupore, privilegio, consapevolezza) suggerisce una forma di ecoansia non paralizzante, ma oscillante tra sofferenza e attivazione.

L'ecoansia emersa nel progetto si configura quindi come risposta emotiva coerente alla percezione di perdita; consapevolezza della crisi sistemica; e tensione tra senso di responsabilità e percezione di insufficienza individuale.

Dall'emozione all'intenzione di azione

Il 77% dei partecipanti dichiara di sentirsi motivato ad agire dopo l'esperienza. Le azioni percepite come più accessibili riguardano la mobilità sostenibile, una dieta

a minor impatto ambientale e la partecipazione civica. Tuttavia, alcune risposte qualitative mostrano una difficoltà nel tradurre l'emozione in strumenti concreti, segnalando la necessità di percorsi strutturati di accompagnamento all'azione.

Dimensione collettiva e mitigazione dell'impotenza

Le risposte alla domanda sull'esperienza condivisa evidenziano un elemento chiave: la dimensione collettiva riduce il senso di isolamento.

Fraasi come: "La conoscenza condivisa è il primo passo per cambiare le cose" oppure "Connetterci tra noi ci dà forza" mostrano come l'esperienza partecipativa abbia trasformato un'emozione individuale di impotenza in una percezione di possibile efficacia collettiva.

Integrazione con i dati ambientali

Un elemento metodologicamente rilevante è la coincidenza temporale tra misurazioni di torbidità elevate e fusione precoce (giugno) e consapevolezza emotiva della "accelerazione" del fenomeno.

L'esperienza diretta della misura scientifica (lettura della sonda, conversione NTU, confronto con valori guida) ha contribuito a trasformare un concetto astratto (quello della crisi climatica) in un dato tangibile.

Questa integrazione tra dato ambientale e vissuto emotivo rappresenta uno degli esiti più significativi del progetto: la *Citizen Science* non si limita a produrre dati, ma costruisce alfabetizzazione scientifica emotivamente mediata.

Conclusioni

Il progetto Testimonianze dal ghiacciaio per l'azione climatica dimostra come la citizen science possa rappresentare uno strumento efficace per integrare monitoraggio ambientale, partecipazione attiva e consapevolezza emotiva. L'osservazione diretta del ghiacciaio del Pré de Bar ha permesso di documentare segnali chiari di fusione precoce legati a condizioni climatiche estreme e, al contempo, di evidenziare l'impatto psicologico del cambiamento climatico sui frequentatori della montagna.

Il coinvolgimento del Club Alpino Italiano risulta centrale nel promuovere una frequentazione della montagna sempre più consapevole, capace di trasformare l'esperienza escursionistica in un'occasione di responsabilità ambientale e azione collettiva.



Bibliografia

- GREENPEACE ITALIA (2025). *Ghiacciai italiani, addio*
- LEGAMBIENTE (2022). *Carovana dei Ghiacciai in Valle d'Aosta sui ghiacciai del Miage e del Pré de Bar (Monte Bianco)*. Legambiente
- UN GLACIERS (2025). *The Importance of Preserving Glaciers: A Challenge for the Future of the Planet*. United Nations
- UNESCO (2025). *2025 - International Year of Glaciers' Preservation*. UNESCO
- Source International ETS. (2025). *Testimonianze dal ghiacciaio per l'azione climatica. Monitoraggio ambientale delle acque di fusione del ghiacciaio del Pré de Bar e raccolta dei dati emotivi*. Report di progetto
- REGIONE VALLE D'AOSTA (2025) *Anno Internazionale per la Protezione dei ghiacciai*
- GREENPEACE E COMITATO GLACIOLOGICO ITALIANO (2024) - *CS di Greenpeace sul Lys, Monte Rosa: "Perso il 30% della superficie dei ghiacciai alpini in 30 anni. A rischio la risorsa idrica, sempre più scarsa e contaminata"*
- NIMBUS (2025) - *Fine giugno 2025: grande episodio caldo, zero termico sopra i 5000 m in tutta Italia*
- PEANO et al., (2014) *"Glacier dynamics in the Western Italian Alps: a minimal model approach"*

Figura 7 - Una foto impietosa che mostra l'attuale stato del ghiacciaio Pré de Bar - ph CAI Valle d'Aosta